



УДК 631.263.22.132

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВОГО БОРОШНА І ЙОГО СУМІШЕЙ

М. М. МУШТРУК, кандидат технічних наук, доцент кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: mixej.1984@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/bio2018.05.007>

Досліджені нові технології і технічні характеристики обладнання для виробництва сухих кормів тваринного походження, кормового і технічного жиру.

Проведено розширений аналіз комплектації технологічних ліній для виробництва м'ясо-кісткового борошна і його сумішей та проаналізовано особливості роботи обраних технологічних ліній.

Встановлено, що підвищення ефективності процесів переробки відходів харчових і переробних підприємств АПК для виробництва м'ясо-кісткового борошна і його сумішей, які мають високу харчову цінність і використовуються як в натуральному вигляді, так і в якості преміксів для виготовлення комбікормів є перспективним напрямом досліджень.

Доведено, що для операцій кінцевого, або проміжного, подрібнення молоткові дробарки мають ряд недоліків. Основним з них є те, що за ударної обробки продукту важко забезпечити необхідну однорідність подрібнення. Решета у дробарках гарантують тільки максимальний розмір часток, водночас частина продукту просто перетворюється в пил, яка не придатна до застосування і погіршує екологію процесу подрібнення.

Встановлено, що основними і енергозатратними технологічними операціями під час виробництва м'ясо-кісткового борошна та його сумішей є підготовка сировини до подрібнення, а найбільш трудомісткими охолодження і виділення металевих домішок.

Ключові слова: м'ясо-кісткове борошно, технологічні лінії, процес переробки, подрібнення сировини, переробка відходів, сухі корми, корми тваринного походження

Актуальність. Одним із факторів збільшення продуктивності тварин та зниження собівартості продукції галузі тваринництва є їх повноцінне годування. Особливе місце між тим відводиться насиченню кормів білково-мінеральними вітамінними домішками, які дозволяють значно підвищити якісні характеристики продукту на 25...30 % та скоротити їх витрати на одиницю продукції до 30 % [1, с. 56-57].

Важливим компонентом у тваринних кормах є кісткове борошно, так за високої якості даної продукції, комбікорм містить такі незамінні в харчуванні тварин мікроелементи як кальцій, фосфор, натрій та є джерелом рибофлавіну, нікотинової кислоти, вітаміну В1 та ін. Додавання кісткового борошна в щоденний раціон тварин дає можливість значно знизити витрати на корми, збільшити продуктивність та



підвищити поживну цінність самого корму [2, с. 75-77].

Виробництво сухих тваринних білкових кормів засноване на переробці ветеринарного браку (конфіскатів) і нехарчової сировини. Відходи м'ясної промисловості містять повноцінні білки, жири, вітаміни, фосфорні та кальцієві солі, а також мікроелементи. Тому їх переробці з метою отримання сухих кормів, що входять у раціони відгодівлі свиней, птиці та молодняка великої рогатої худоби, приділяють велику увагу [3, с. 21]. Таким чином, підвищення ефективності процесів переробки відходів харчових і переробних підприємств АПК для виробництва м'ясо-кісткового борошна і його сумішей, які мають високу харчову цінність і використовуються як в натуральному вигляді, так і в якості преміксів для виготовлення комбікормів є актуальною темою досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як відомо сучасне виробництво засноване на наступних основних принципах: застосування потоковості, використання прогресивних технологій, комплексна механізація та автоматизація процесів. Одним із головних результатів застосування потоковості у виробництві кормів є економія часу на обробку об'єкта виробництва. Поточне виробництво передбачає короткий і раціональний шлях пересування об'єкту переробки між обладнанням. Відомо, що під час виробництва кормів використання поточно-механізованих ліній є найбільш перспективними. Лінії включають у себе збирання та транспортування сировини, її миття, попередній та остаточний помели, теплову обробку, розділення фаз, очищення, охолодження та пакування муки та ін. [4, с. 21; 5, 94].

В Україні та країнах ЄС функціонує ряд ефективних високопродуктивних ліній та установок для виробництва м'ясо-кісткового борошна та його сумішей. А провідні

вчені продовжується проектування нового обладнання і вдосконалюють існуючі технології виробництва кормів.

Найбільш відомими є лінії фірми «Atlas» (Данія), «Centribon» фірми «Alfa-Laval» (Швеція), «Stork Duke» (Голландія), «Spomash» (Польща), «De Smet» (Бельгія) по методу «Wartex», «FMC» (США) [6, с. 75].

Процес переробки відходів харчових і переробних виробництв АПК здійснюється на великих спеціалізованих підприємствах, обладнаних, в основному, автоматизованими лініями, загальним принципом роботи яких є невелика тривалість процесу переробки сировини, що забезпечує отримання високоякісного м'ясо-кісткового борошна з високою засвоюваністю білка [7, с. 163].

Країни ЄС і Україна в тому числі мають великий досвід використання відходів харчових і переробних виробництв АПК на кормові цілі. М'ясо-кісткові відходи, отримані при забої і обробці птиці, використовують переважно для виробництва кормового борошна та його сумішей. Виробляють її, як правило, на утилізаційних заводах, оснащених спеціалізованим обладнанням.

Таким чином, провідні фірми країн ЄС та України прагнуть розробляти і застосовувати безперервно діючі, енергозберігаючі та універсальні технологічні схеми і технології, що дозволяють інтенсифікувати процеси виробництва, економити енергетичні ресурси і запобігати забрудненню навколишнього середовища.

Матеріали і методи досліджень. Інформаційну базу досліджень склали дані вітчизняних і зарубіжних друкованих та електронних ЗМІ, огляди і дослідження провідних організацій в галузі виробництва кормів тваринного походження, матеріали виставок і конференцій, законодавчі акти та нормативна документація.



Мета дослідження – вивчення нових технологій і технічних характеристик обладнання для виробництва сухих кормів тваринного походження, кормового і технічного жиру.

Досягнення поставленої мети вимагають вирішення таких завдань:

1. Вивчити будову і принцип роботи технологічних ліній для виробництва м'ясо-кісткового борошна і його сумішей.
2. Провести аналіз сучасних технологічних ліній для виробництва м'ясо-кісткового борошна і його сумішей.
3. Дослідити особливості роботи обраних технологічних ліній.

Результати аналітичних досліджень.

В Україні і за кордоном для виробництва сухих кормів тваринного походження, кормового і технічного жиру використовують різні лінії: лінії К7–ФКЕ, В2–ФЖЛ, лінії Centrimille фірми Alfa-Laval (Швеція), Stork Duke (Нідерланди) і ін.

Лінія К7–ФКЕ призначена для вироблення м'ясо-кісткового борошна і технічного або кормового жиру з суміші м'якушевої сировини і кістки.

Процес виробництва кормового борошна на цій лінії включає наступні технологічні операції: обробку сировини в автоклаві (стерилізація, часткове знежирення, попереднє зневоднення), подрібнення вареної сировини, сушку, охолодження і подрібнення шквари, упаковку і зважування кормової борошна, маркування тари (рис. 1). Суміш м'якушевої і кісткової сировини подрібнюють до розміру 50 мм і елеватором подають в шнековий випарник.

У ньому сировина піддається термічній обробці під тиском пари всередині сорочки і у шнековому валу апарату протягом 20 хв. Температура продукту на виході з апарату становить не менше 90 °С.

У процесі варіння сировини виділяється до 3 % жиру, 20 % води у вигляді бульйону і до 25 % сокової пари. Водножирова суміш через решітку у днищі апа-

рату безперервно відводиться до жируловлювачів, над якими встановлено сітка з отворами діаметром не більше 3 мм. Втрати білку з бульйоном досягають 0,6 % від маси шквари. Зварена сировина надходить у молоткову дробарку, де подрібнюється до частинок розміром менше 25 мм, і далі по елеватору, який підігривається подається в трисекційну сушарку. Сушка триває 40-45 хв, водночас виділяється вторинна пара, яка відводиться в конденсатор, а сухі речовини з масовою часткою вологи 9-10 % елеватором подається в шнековий охолоджувач.

Попередньо охолоджене кормове борошно подрібнюють на молотковій дробарці (діаметр отворів решітки – 4 мм).

Борошно просіюють через сито з отворами діаметром 4 мм, очищують від металевих домішок на магнітному сепараторі, упаковують в крафт-мішки або передають на зберігання.

Вихід готової продукції з суміші, що містить 70 % м'якушевої сировини і 30 % кістки, становить до 28 %. Продуктивність лінії К7–ФКЕ – до 600 кг кісткового борошна в зміну.

Доукомплектація лінії К7–ФКЕ (рис. 2) обладнанням для знежирення шкварки дозволяє переробляти на ній жировмісну сировину без обмеження.

Для інтенсифікації процесу теплової обробки і виключення втрат запропоновано в якості теплоносія використовувати гарячий жир, в результаті контакту з яким інтенсивно випаровується волога, виплюється жир і здійснюється знезараження нехарчової сировини. Застосування такого гідрофобного теплоносія, як жир, виключає перехід в нього білків і тим самим запобігає втраті сухих речовин. Такий метод використовується в лінії В2–ФЖЛ установках фірми Stork Duke (Нідерланди).

Лінія фірми «Stork-Duick» (рис. 3). На цій лінії переробляють відходи харчових і переробних виробництв АПК тва-

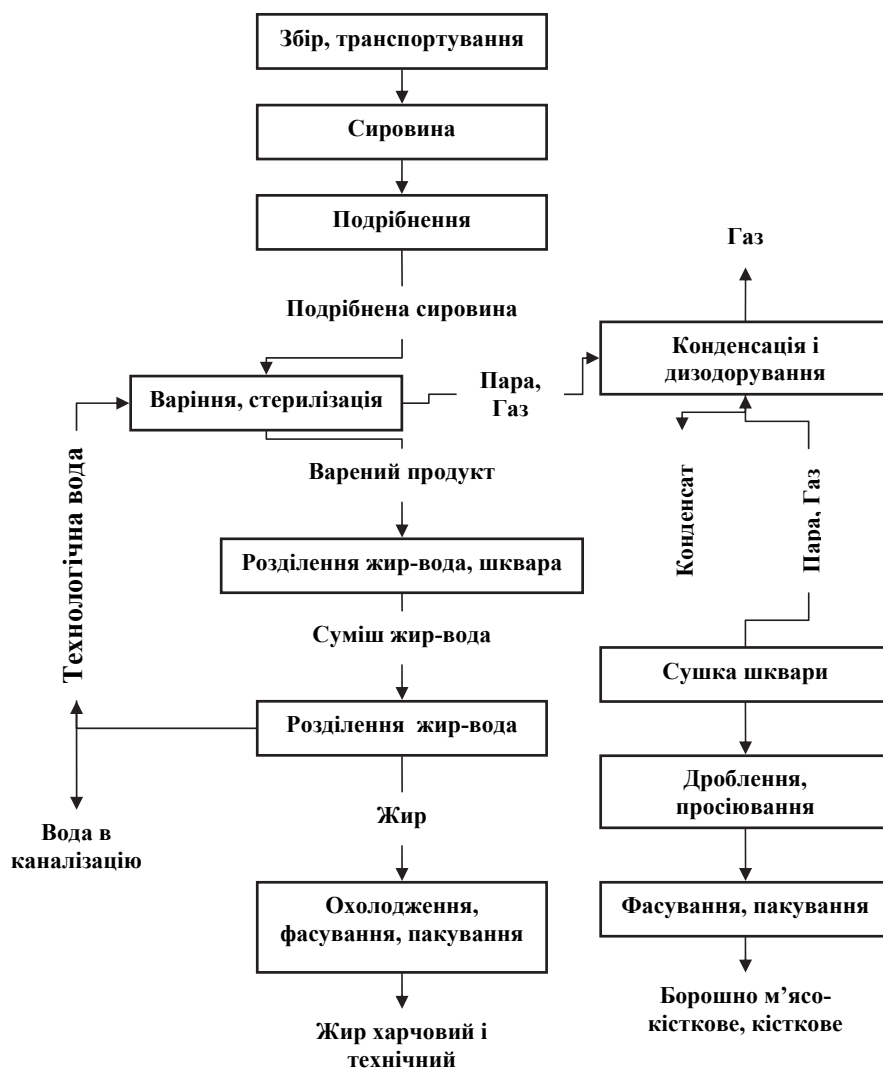


Рис. 1. Процес виробництва м'ясо-кісткового борошна [9, с. 26–28].

ринного походження, що містить 20...50% сирової кістки [9, с. 26-28].

Сировина надходить до приймально-го бункера, розділеного на дві зони: для кістки і м'якушевих відходів. Приймальний бункер розташований нижче рівня підлоги і оснащений трьома шнеками, які просувають сировину до похилого шнека, що подає її в дробарку. Подрібнений продукт самопливом надхо-

дить до бункера проміжного зберігання, з якого похилим шнековим конвеєром подається до горизонтального шнека з підігрівом закритого типу для завантаження у стерилізаційний апарат (еквакокер) із паровою сорочкою. Еквакокер – горизонтальним циліндричний котел, який має встановлену мішалку з вертикальними лопатками і трубами. Вони закріплені на двох порожнистих перего-

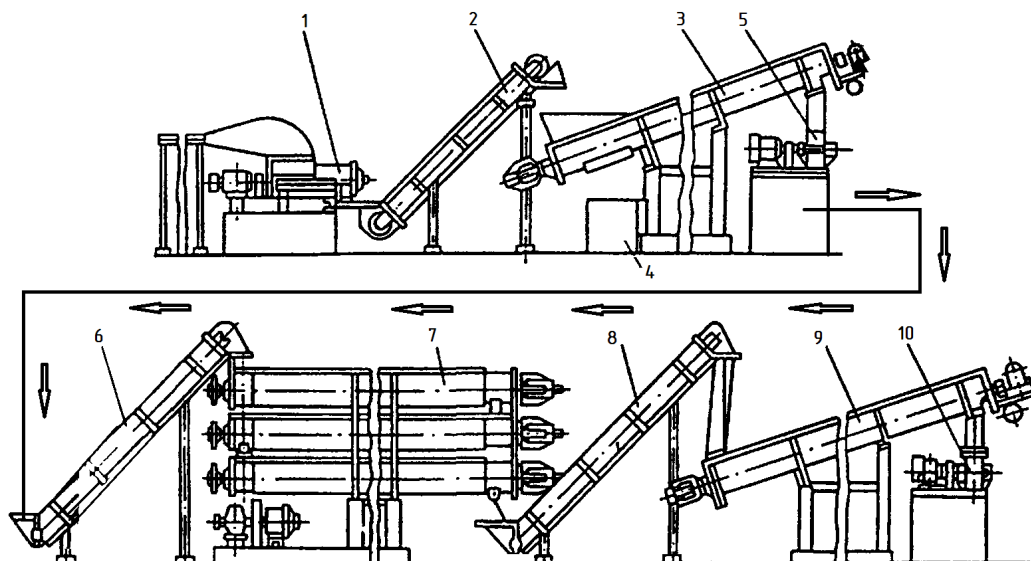


Рис. 2. Лінія К7-ФКЕ: 1 – подрібнювач; 2 – елеватор; 3 – збезводнювача; 4 – жироловки; 5, 10 – дробарки; 6, 8 – елеватори обігріваються; 7 – сушильний агрегат; 9 – охолоджувач..

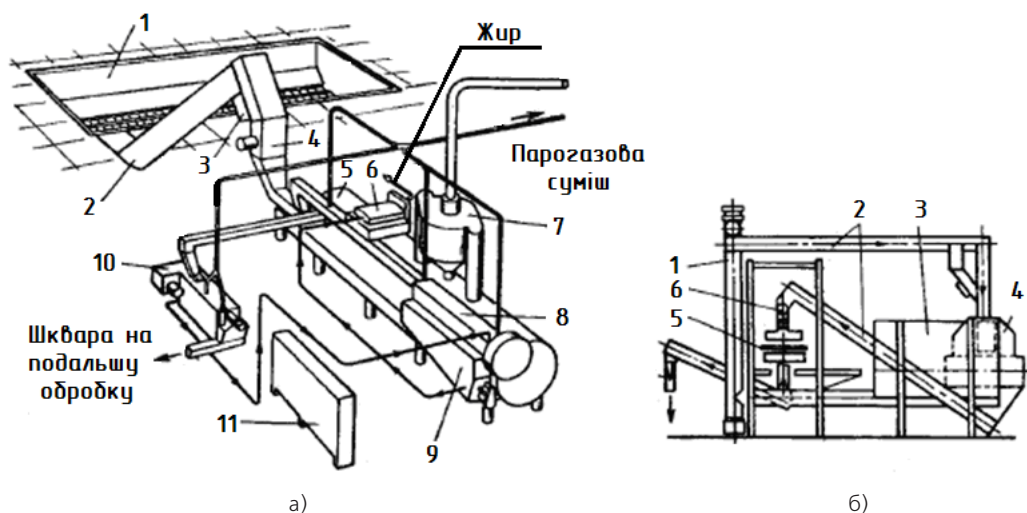


Рис. 3. Лінія фірми «Stork-Duick» (Нідерланди): а – ділянка переробки сировини: 1 – приймальний бункер для сировини; 2 – похилий шнек; 3 – електромагніт; 4 – дробарка; 5 – стерилізаційний апарат (еквакокер); 6 – центрифуга; 7 – циклон; 8 – дренажний пристрій; 9 – збірник для жиру; 10 – шнековий прес; 11 – щит управління. б – ділянка обробки борошна: 1 – ланцюгової ковшовий елеватор; 2 – шнековий конвеєри; 3 – проміжний бункер-охолоджувач; 4 – шнековий прес; 5 – розвантажувальний бункер; 6 – вібросто; 7 – дробарка.



родках, які розташовані на порожнистому валу і розділяють ємність на три зони. Перегородки мають отвори для руху сировини з однієї зони в іншу. Продукт, що переробляється надходить у нижню частину еквакокера і безперервно просувається в бік вивантаження, водночас жир нагрівається до 130–150 °С від парової сорочки і обігривається паром мішалки протягом 2–3 хв. У результаті зіткнення сировини з гарячим жиром випаровується волога, пари що утворюються проходять через циклон, де тверді частинки відділяються від крапель жиру. У хвостовій частині еквакокера встановлений лопатевий регулятор. З його допомогою суміш гарячого жиру і нагрітого матеріалу з останнього відсіку стерилізаційного апарату видаляється і направляється в дренажний пристрій. Останній являє собою корито з отворами діаметром 2 мм, через які жир стікає в прийомний бак. У кориті встановлений шнек, що просуває шквару у бік магнітного сепаратора. Далі шквара шнековим конвеєром подається на прес.

Віджата шквара одним із шнекових конвеєрів надходить на повторну обробку або на переробку в кормове борошно. Сировина, що направляється на виробництво борошна, завантажується у проміжний бункер-охолоджувач і далі ланцюговим ковшовим елеватором подається в роторну дробарку.

Отримане борошно розміром 0,5–1 мм надходить у вібрисито для відділення не розмелених частинок. Просіяне борошно направляється до бункера і за допомогою шнека, розташованого в нижній частині, вивантажується в тару.

Жир зі збірки-накопичувача насосом перекачується в горизонтальну центрифугу і після очищення він надходить в ємність для зберігання, водночас тверді частинки з центрифуги повертаються шнеком в еквакокер. Фірма «Stork–Duick»

випускає лінії продуктивністю для м'ясо-кісткового борошна 1638 і 400–700 кг/год. На лінії фірми «Stork–Duick» виробляють м'ясо-кісткове борошно, яке за вмістом жиру і білка відповідає вимогам 1 і 2 сортів. Жир, отриманий на цій лінії, через темно-коричневий колір відносять до 3 сорту.

Лінії В2–ФЖЛ (рис. 4) вітчизняного виробництва за принципом роботи аналогічні лініях фірми «Stork–Duick». Послідовність операцій практично однакова: силове подрібнення, екстракція жиру, сушка (40–45 хв), подрібнення (3–4 мм). У деяких випадках, перед сушінням (К7–ФКЕ), застосовують проміжне подрібнення (до 25 мм) [9, с. 26–28].

Мікрохвильова сушка (СВЧ-сушіння). Мікрохвилі володіють стерилізуючим ефектом по відношенню до стафілококів, кишкових паличок і інших патогенних мікроорганізмів. У деяких випадках за допомогою мікрохвиль можна довести до кондиції зіпсовану продукцію. Значне зниження енергоємності обумовлено принципово різними способами нагріву продукту. У разі використання традиційних методів здійснюють передачу тепла від попередньо нагрітого повітря оброблюваного продукту. Мікрохвильова сушка передбачає, що джерелом тепла є сам продукт і отже, теплові втрати практично відсутні. Крім того, нагрів продукту відбувається відразу у всьому обсязі, що забезпечує рівномірний розподіл вологи [9, с. 26–28].

Вищевикладене дозволяє припустити про можливість застосування СВЧ-сушіння в технології приготування м'ясо-кісткового борошна і його сумішей. Виходячи з цього можна модернізувати технологічний процес:

- СВЧ-сушка,
- силове подрібнення (40 ... 100 мм),
- екстракція жиру,
- подрібнення (3 ... 4 мм).

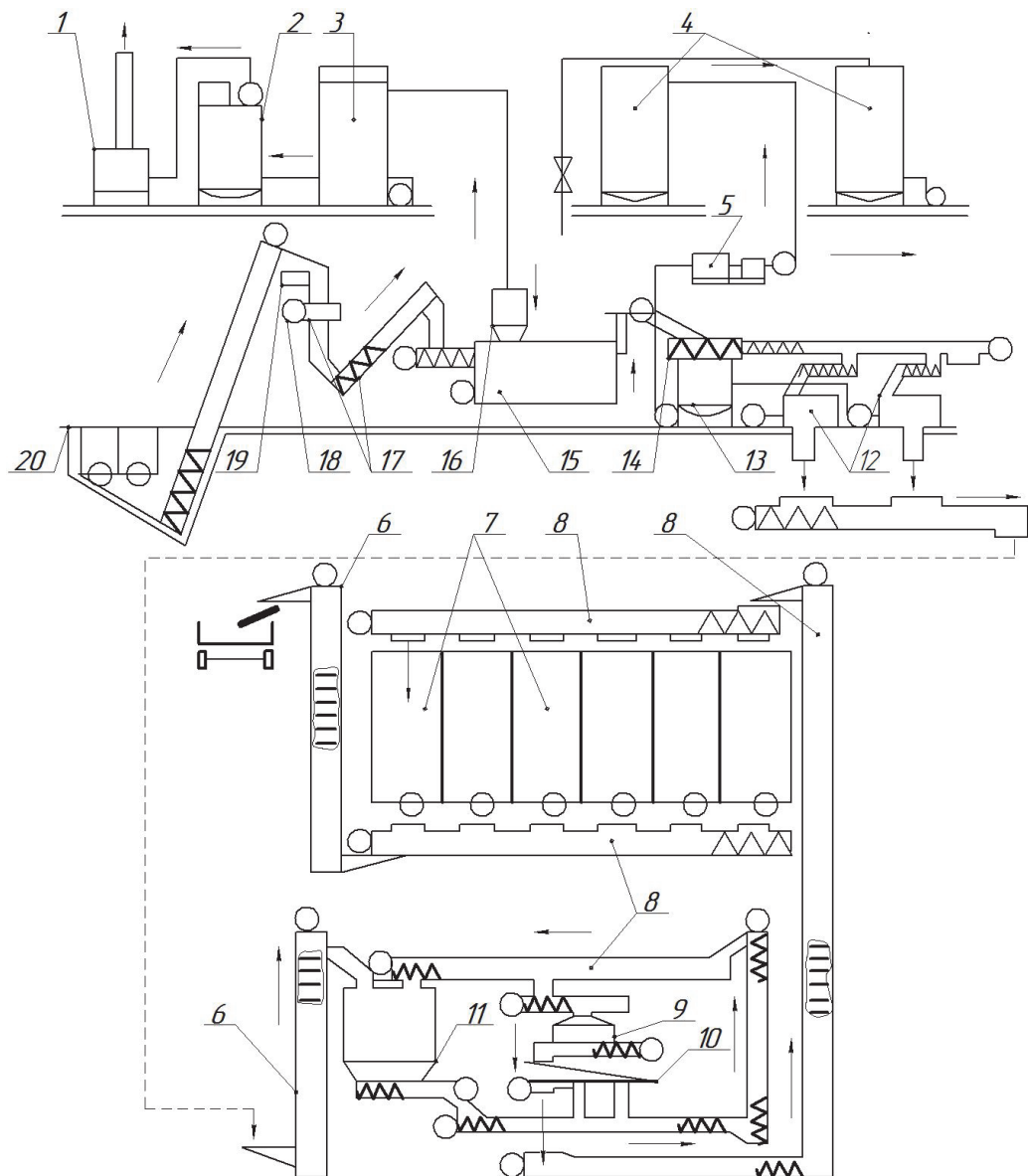


Рис. 4. Лінія В2-ФЗЛ: 1 – термokatалітичний газовий реактор; 2 – скруббер для очищення газів; 3 – конденсатор; 4 – баки для зберігання жиру; 5 – центрифуга ОГШ-502-К-4; 6 – норії для подачі шкварки і борошна; 7 – бункера безтарного зберігання борошна; 8 – горизонтальні шнеки; 9 – дробарка для шкварки; 10 – вібросито; 11 – бункер для шкварки; 12 – прес для знежирення шкварки; 13 – відстійник; 14 – дренажний пристрій; 15 – стерилізаційний апарат; 16 – циклон для відділення частинок, що переносяться паром; 17 – похилі шнеки для подачі сировини; 18 – силовий подрібнювач; 19 – електромагніт; 20 – бункер для сировини.



Переваги такого процесу очевидні: СВЧ-сушка більш економічна і якісна, витрати енергії на подрібнення сухого продукту набагато нижче ніж «мокрого».

Що стосується екстракції жиру, то вже були проведені дослідження з обробки кістки після обвалки СВЧ-полем (за потужності випромінювачів 800 Вт). Водночас спостерігається інтенсивне виділення жиру з кістки, що свідчить про можливість вирішення проблеми екстракції жиру шляхом використання СВЧ-технологій [9, с. 26-28].

Варто звернути увагу той факт, що принцип дії на продукт вібраційних сепараторів, що застосовуються в існуючих лініях, і СВЧ поля дуже схожі.

Використовувані для операції кінцевого, або проміжного, подрібнення молоткові дробарки мають ряд недоліків. Основним з них є те, що у разі ударної обробки продукту важко забезпечити необхідну однорідність подрібнення. Решета у дробарках гарантують тільки максимальний розмір часток, між тим частина продукту просто перетворюється в пил, яка не придатна до застосування і погіршує екологію процесу подрібнення [9, с. 26-28].

До того ж значна частина енергії, що витрачається йде на вчинення абсолютно марною роботи з вентиляції повітря у дробарці і зайве подрібнення матеріалу.

Висновки та перспективи.

У результаті проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Доведено, що важливим білковим компонентом комбікормів є м'ясо-кісткове борошно і його суміші.

2. Встановлено, що м'ясо-кісткове борошна (I та II сорту) та його суміші дозволяють збалансувати уміст амінокислот у комбікормі.

3. Встановлено, що основними і енергозатратними технологічними операціями за виробництва м'ясо-кісткового борошна та його сумішей є підготовка сировини до подрібнення, а найбільш трудомісткими – охолодження і виділення металевих домішок.

4. Основним обладнанням, яке використовують для виробництва кормового борошна та його сумішей в Україні є технологічні лінії типу: К7-ФКЕ, В2-ФЖЛ, Centrimille фірми Alfa-Laval (Швеція), Stork Duke (Нідерланди) та ін.

Література

1. Демидов П. Г. Технология комбикормового производства. Москва, 1968. 224 с.
2. Єгоров Б. В., Шаповаленко Б. В., Макаринська А. В. Технологія виробництва преміксів. Київ, 2007. 288 с.
3. Либрман С. Г. Производство сухих животных кормов и технических жиров. Москва: изд. «Пищ. пром.», 1976. 144 с.
4. Файвишевский М. Л. Производство сухих животных кормов, кормового и технического жиров: учеб. Пособие. Минск : Агрпромиздат, 1989. 190 с.
5. Баталов А. С. Установка для переработки жиросодержащего сырья с СВЧ-энергоподводом. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2014. № 1. С. 92–96.
6. Ивашов В. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть 1. Оборудование для убоя и первичной обработки. Москва: Колос, 2001. 552 с.
7. Ершова И. Г., Науменко О. В. Технологический процесс термообработки жиросодержащего сырья и устройство для его осуществления. Журнал Естественные и технические науки, 2014. № 8 (76). С. 124–125.
8. Муштрук М. М. Виробництво дизельного біопалива з жировмісних відходів методом перестерифікації етанолом. Научные труды SWorld. 2016. Том 2. № 1. С. 22 – 27.
9. Баталов А. С., Лунова Р. А. Способы изготовления мясокостной муки по новым технологиям. Молодежь и наука, 2016. № 10. С. 26–29.



References

1. Demidov, P. G. (1968). Technology feed production. Moskava.
2. Egorov, B.V., Shapovalenko B.V. and Makarinska A.V. (2007). Technology of Premix Production, Kyiv.
3. Lieberman, S.E. (1976). Production of dry animal feed and technical fats. Moscow: ed. Food Industry.
4. Faivishevsky, M.L. (1989). Production of dry animal feed, feed and technical fat. Minsk, Agropromizdat.
5. Batalov, A. S. (2014). Installation for the processing of fat-containing raw materials with microwave energy supply. News of the Orenburg State Agrarian University. 2014. № 1. pp. 92–96.
6. Ivashov, V.I. (2001). Technological equipment of meat industry enterprises. Part 1. Equipment for slaughter and primary processing. Moscow: Kolos.
7. Ershova, I.G. and Naumenko, O.V. (2014). Technological process of heat treatment of fat-containing raw materials and a device for its implementation. Journal of Natural and Technical Sciences, № 8 (76), pp. 124–125.
8. Mushtruk, M.M. (2016). Production of diesel biofuel from fat-containing waste by transesterification with ethanol. Scientific works SWorld. Vol. 2. № 1, pp. 22– 27.
9. Batalov, A.S. and Luneva, R.A. (2016). Methods of making meat and bone meal using new technologies. Youth and science. Vol. 10, pp. 26–29.

SUMMARY

M. M. Mushtruk. Analysis of the technological base for the production of feed meal and its mixtures. *Biological Resources and Nature Managment.* 2018. **10**, № 5–6. – P. 52–61. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.007>

New technologies and technical characteristics of equipment for the production of dry feeds of animal origin, fodder and technical fat are investigated.

An extended analysis of the complete line of technological lines for the production of meat and bone meal and mixtures thereof has been carried out and the features of the operation of selected processing lines have been analyzed.

It has been established that the increase in the efficiency of processing of waste products of food and processing enterprises of the agro industrial complex for the production of meat and bone meal and its mixtures, which have high nutritional value and are used both in kind and as premixes for the production of mixed fodders, is a promising direction of research.

It is proved that, for operations of final or intermediate, grinding, hammer crushers have a number of

disadvantages. The main of them is that when impacting the product, it is difficult to provide the necessary uniformity of grinding. The grate in the grinders is guaranteed only by the maximum particle size, while part of the product simply turns into dust, which is not suitable for use and worsens the ecology of the grinding process.

It is established that the main and energy-consuming technological operations in the production of meat and bone meal and their mixtures is the preparation of raw materials for grinding, and the most laborious cooling and separation of metal impurities.

Keywords: meat-and-bone meal, processing lines, process of processing, raw materials grinding, waste processing, dry feed, animal feed

АННОТАЦІЯ

М. М. Муштрук. Изготовление кваса из нетрадиционного сырья. *Биоресурсы и природопользование.* 2018. **10**, № 5–6. С. 52–61. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.007>

Исследованы новые технологии и технические характеристики оборудования для производства сухих кормов животного происхождения, кормового и технического жира.

Проведен расширенный анализ комплектации технологических линий для производства

мясокостной муки и их смесей и проанализированы особенности работы избранных технологических линий.

Установлено, что повышение эффективности процессов переработки отходов пищевых и перерабатывающих предприятий АПК для производ-



ства мясокостной муки и его смесей, которые имеют высокую пищевую ценность и используются как в натуральном виде, так и в качестве премиксов для изготовления комбикормов является перспективным направлением исследований.

Доказано, что для операций конечного или промежуточного, измельчения молотковые дробилки имеют ряд недостатков. Основным из них является то, что при ударной обработке продукта трудно обеспечить необходимую однородность измельчения. Решета в дробилках гарантируют только максимальный размер частиц, при этом часть продукта просто превращается в пыль,

которая не пригодна к применению и ухудшает экологию процесса измельчения.

Установлено, что основными и энергозатратными технологическими операциями при производстве мясокостной муки и их смесей является подготовка сырья к измельчению, а наиболее трудоемкими – охлаждения и выделения металлических примесей.

Ключевые слова: *мясокостная мука, технологические линии, процесс переработки, измельчение сырья, переработка отходов, сухие корма, корма животного происхождения*



УДК 612.648:636.02:633.34

ВПЛИВ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ НА ПОСТНАТАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЩУРІВ ТРЕТЬОГО ПОКОЛІННЯ

Н. М. ОМЕЛЬЧЕНКО, *здобувач*

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",
Чернівецький факультет

E-mail: bioprofy@gmail.com

Г. В. ДРОНИК, *доктор біологічних наук, професор, академік НААН*

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН

<https://doi.org/10.31548/bio2018.05.008>

За об'ємами вирощування сої Україна є однією з лідерів у Європі та світі. За неофіційними оцінюваннями понад 50 % посівів сої в Україні засівається трансгенними сортами. Оскільки площі, зайняті генетично модифікованою соєю постійно розширюються, треба детально оцінити потенційні загрози, пов'язані зі споживанням цього продукту.

У статті наведені результати дослідження впливу традиційної та генетично модифікованої сої в складі раціону зі вмістом 35 % за протеїном на постнатальний розвиток щурів третього покоління. Проводили підрахунок кількості живих і мертвих нащадків, визначали середню величину приплоду, візуально фіксували загальний фізичний розвиток, вираховували виживаність, визначали зміну маси тіла щуренят упродовж 2 місяців. Результати досліджень свідчать про відсутність негативного впливу термічно оброблених генетично модифікованих соєвих бобів на репродуктивні функції щурів та фізичний розвиток нащадків третього покоління. Проведено порівняння постнатального розвитку щурів контрольної та дослідних груп. Статистично не виявлено вірогідної різниці між експериментальними групами. Показники були у межах фізіологічних норм, характерних для даних тварин. Заразом виявили тенденцію до зменшення кількості щуренят у підсисному віці у групі, яка отримувала генетично модифіковану сою.

Ключові слова: *традиційна соя, генетично модифікована соя, самиці щурів, нащадки, постнатальний розвиток, виживаність, фізичний розвиток*

Актуальність. Людство почало змінювати генетичну структуру організмів для підвищення загальної продуктивності рослин, надання їм стійкості проти різних хвороб, шкідників, гербіцидів, абіотичних стресових чинників. Перші комерційні біотехнологічні культури почали вирощувати у світі в 1996 році. За даними

International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications [1] у 2017 році площа, зайнята біотехнологічними культурами сягнула 189,9 млн га. Переважно вирощуються генетично модифіковані сорти чотирьох видів сільськогосподарських культур (соя, бавовна, кукурудза, ріпак), серед яких найбільша площа засія-



на гербіцидотолерантною генетично модифікованою соєю. Протягом останніх років генетично модифіковані сорти сої вирощувалися в понад 30-и і споживалися в понад 50 країнах світу.

Україна за об'ємами вирощування сої входить до першої десятки країн світу. Кількісна динаміка зареєстрованих у державі сортів вказує на привабливість українського ринку сої для насадницьких компаній. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, станом на 2017 рік зареєстровано 204 сорти сої культурної. Проте в Україні широко розповсюдженими є сорти генетично модифікованої сої стійкі до дії гербіциду Roundup: Аполо, Монро, Максус, Харді, Сенсор, Примо тощо. За неофіційними даними понад 50 % посівів сої в Україні засівається трансгенними сортами. Результати офіційних досліджень харчових продуктів та сільськогосподарської сировини щодо вмісту ГМО одержані упродовж 2013-2016 рр. [2] засвідчують присутність модифікованих компонентів у 4-8 % проаналізованих зразків. Неконтрольоване поширення території України Roundup стійкої сої може підвищити ймовірність потрапляння її в харчовий раціон споживачів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дискусія щодо безпечності споживання трансгенних культур триває у світі вже досить довгий час, проте однозначної відповіді досі немає. Аналіз сотень наукових робіт, що поданий у звіті «Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects» [3], не встановив однозначно доведених чинників негативного впливу генетично модифікованих культур та одержаних із них харчових продуктів на здоров'я людини. Однак, частина вчених вважає використання біотехнологічних культур потенційно небезпечним, оскільки доказів їхньої безпеки також поки ніхто не зміг надати. Результати досліджень Seralini G. E., Malatesta M., Brasil F. V., Єрмакової Є. М., Коновалової

М. А., Лукашенко Т. М., Долайчук О. П., Самсонюк І. М., Коцюмбас Г. І., Кулик Я. М., Кулик М. Ф., Обертюх Ю. В. вказують на первинні відхилення в розвитку внутрішніх органів лабораторних тварин, потенційну можливість хронічної токсичності та виникнення різних захворювань у нащадків. Аналіз опублікованих результатів експериментів свідчить про відмінності в кількості спожитих ГМ кормів, складі раціону харчування, віку та статі тварин, тривалості спостережень тощо. Тому постає завдання тривалого дослідження впливу ГМО на тваринні організми і визначення можливих способів підготовки модифікованих сільськогосподарських культур до безпечного споживання тваринами у складі кормів та людиною у складі харчових продуктів.

Мета дослідження вивчення впливу термічно обробленої модифікованої сої на постнатальний розвиток нащадків щурів третього покоління.

Матеріали і методи дослідження. Експеримент проведено на трьох групах щурів лінії Вістар другого покоління (F2). Вихідні групи тварин віком 3-3,5 місяці сформовані з приплоду відповідних груп батьківського покоління. Під час дослідження тварини перебували у віварії в стандартних пластикових клітках із термообробленою стружковою підстилкою, за температури навколишнього середовища 20-22 °С, вологості повітря 50-60 %, стандартному світловому режимі «день-ніч».

Щурі були поділені на три групи: контрольна, дослідна 1 й дослідна 2. Групи формувалися методом випадкової вибірки з урахуванням маси тіла, як визначального чинника. Кожна група складалася з 12 щурів (8 самиць і 4 самці). Тварини групи «Контроль» споживали стандартний віварійний корм. Щурі групи «Дослідна 1» отримували стандартний раціон із заміною 35 % його за протеїном на боби нативної сої, групи «Дослідна 2»



– стандартний раціон із заміною аналогічної його частини на боби генетично модифікованої сої (*Roundup*[®] лінії GTS 40-3-2, який містить трансгени *sc4epsps* та регуляторні елементи – промотор *35S* і термінатор *NOS*). Раціони всіх груп тварин відповідали стандартним вимогам і прийнятним нормам. Експериментальні раціони тварини отримували упродовж усього терміну дослідження.

Перед заплідненням для знешкодження антипоживних речовин та зниження уреазної активності боби сої піддавали термічній обробці. Відмінність підготовки сої, у тому числі термічної, від наведеної в літературних джерелах була такою: соєві боби попередньо замочували в холодній воді на 12-16 годин, змінювали воду і відварювали упродовж 1-1,5 год, потім висушували за 115-125 °С. Після обробки здійснювали потенціометричне визначення активності уреазы [4], яка не перевищувала 0,05 рН.

Для запліднення до самок підсаджували самців у співвідношенні 2:1 на 1 естральний цикл (5 днів). Народження нащадків фіксувалося після 21-23 діб вагітності. Щуренят (покоління F3) відсаджували від матерів на 30 день життя й переводили на раціон, який отримала батьківська група. Для продовження експерименту відбирали нащадків від різних самок із метою рандомізації досліджень і запобігання інцесту.

У процесі дослідження фіксували показники репродуктивної здатності та дані постнатального розвитку приплоду інтактною та дослідних груп спостереженням за

тваринами упродовж перших двох місяців життя. Під час дослідження постнатального розвитку щурів третього покоління проводили підрахунок кількості живих і мертвих щуренят, визначали середню величину приплоду, візуально фіксували загальний фізичний розвиток, вираховували виживаність, контролювали зміну маси тіла.

Результати дослідження та їх обговорення. У результаті дослідження постнатального розвитку щуренят покоління F3 встановлено, що загальна кількість нащадків третього покоління в групі «Дослідна 2» склала 63 особи, середня величина приплоду $7,9 \pm 1,9$ голів. У групі «Дослідна 1» кількість народжених щуренят була рівна 57, середня величина приплоду $7,1 \pm 1,9$ голів. У контрольній групі кількість щуренят – 58, середня величина приплоду $7,3 \pm 1,8$ голів. Середня величина приплоду в щурів експериментальних груп третього покоління була дещо нижчою в порівнянні з величиною приплоду самок щурів першого та другого поколінь [5], але знаходиться в межах фізіологічних значень.

Постнатальний розвиток щурів третього покоління (F3) характеризується достатньою виживаністю в експериментальних групах. Показники життєздатності приплоду третього покоління наведено в таблиці 1. Так, у період з 1 до 5 доби життя смертність нащадків групи «Дослідна 1» склала 8,8 %, у період із 6-ї до 30 доби життя – 9,6 %, групи «Дослідна 2» – 9,5 % і 15,8 %, контрольної групи – 5,2 % і 9,1 %.

Спостерігається тенденція до зниження кількості щуренят у підсисному віці у групі тварин, що отримала в складі раціо-

Показники виживаності приплоду третього покоління

Група	Кількість самок, голів	Кількість народжених щуренят, голів	Показники виживаності за перші 5 діб		Показники виживаності з 6 до 30 доби	
			голів	%	голів	%
Контроль	8	58	55	94,8	50	90,9
Дослідна 1	8	57	52	91,2	47	90,4
Дослідна 2	8	63	57	90,5	48	84,2

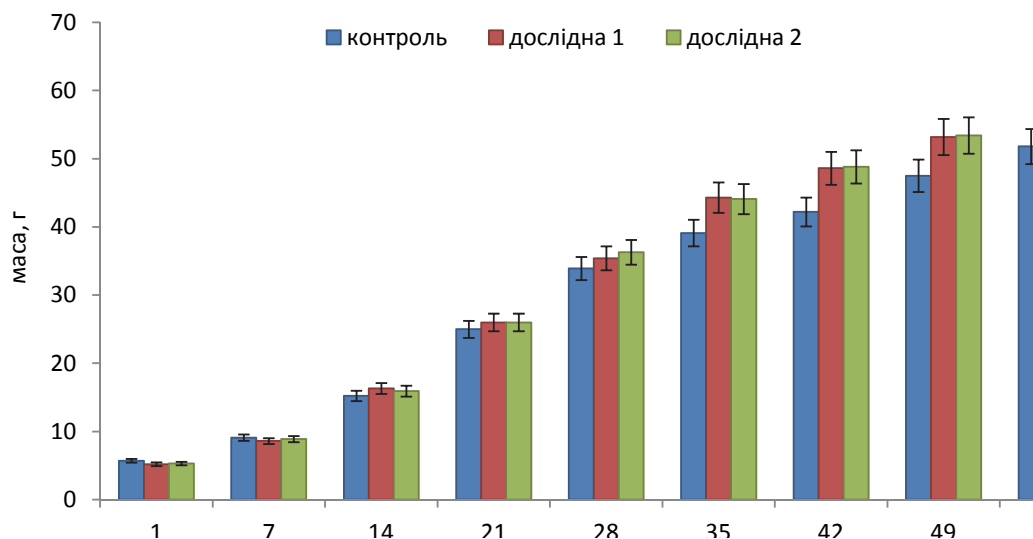


Рис. 1. Динаміка маси тіла щуренят третього покоління.

ну генетично модифіковані соєві боби. Це може пояснюватися ймовірним тривалим впливом фітоестрогенів та інших біологічно активних речовин у складі генетично модифікованої сої, що зумовило порушення ембріонального розвитку і, як наслідок, народження фізіологічно слабких та нежиттєздатних нащадків.

Співвідношення самців і самок для контрольної та двох дослідних груп у межах приплоду не виходили за межі значень характерних для лабораторних щурів.

Загальний стан щуренят третього покоління був задовільним: за зовнішнім виглядом, фізичним розвитком, поведінкою і швидкістю росту тварини дослідних груп не відрізнялися від щуренят контрольної групи. Видимих каліцтв у всіх експериментальних групах не виявлено. Відлипання вухних раковин фіксувалося на 3-4 день, поява волосяного покриву – на 5-6 день, прорізування зубів – на 9-10 день, відкриття очей – на 15-16 день.

Зважування щуренят при народженні не показало вірогідних міжгрупових відмінностей ($m_{\text{контроль}} = 5,7 \pm 0,54 \text{ г}$; $m_{\text{дослідна 1}} = 5,2 \pm 0,49 \text{ г}$; $m_{\text{дослідна 2}} = 5,3 \pm 0,52 \text{ г}$),

хоча помітна тенденція до зменшення маси новонароджених у дослідних групах. Загалом показники живої маси тварин відповідають фізіологічним нормам для молодняку щурів у цьому віці. Щотижневе зважування експериментальних тварин показало, що маса щуренят третього покоління до віку 28 днів усіх трьох груп (рис. 1) була в межах фізіологічної норми й достовірно між собою не відрізнялася.

Після переходу щуренят на споживання раціону відповідної дослідної групи, спостерігається активніше збільшення маси тіла у тварин груп «Дослідна 1» та «Дослідна 2», які у складі корму отримували термічно оброблені соєві боби. У віці 2 місяців щуренята обох дослідних груп важили на 12,4 % більше за щуренят контрольної групи. Така тенденція може бути пояснена збільшенням перетравності білків сої в результаті термообробки та кращою їхньою засвоюваністю дослідними тваринами, оптимальним рівнем надходження енергії та інших поживних речовин, особливо біологічно повноцінного білка збалансованого за вмістом незамінних амінокислот.



Висновки й перспективи. Результати проведених досліджень вказують на відсутність вірогідно встановленого впливу термічно оброблених генетично модифікованих соєвих бобів у складі раціону зі вмістом 35 % за протеїном на репродуктивні функції шурів та фізичний розвиток нащадків третього покоління. Усі досліджувані показники знаходилися у межах фізіологічних норм, характерних для даних тварин.

Виявили тенденцію до зменшення кількості щуренят у підсисному віці на

15,8 % в групі, яка отримувала у складі раціону генетично модифіковану сою.

Спостерігається активніше нарощування маси тіла тварин у дослідних групах, які у складі корму отримували термічно оброблені соєві боби.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу генетично модифікованої сої у складі корму на масо-метричні показники внутрішніх органів та стан видільної системи лабораторних тварин за тривалого вживання соєвих бобів.

Література

1. ISAAA Brief 53-2017. Global Status of Commercialized Biotech. GM Crops: 2017. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/download/isaaa-brief-53-2017.pdf> (дата звернення: 15.10.2018).
2. Облап Р. В., Новак Н. Б., Димань Т. М. Моніторинг поширення біотехнологічних культур в Україні. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2017. №1. С.56-59.
3. Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK424543/> (дата звернення: 15.10.2018).
4. Використання сої в годівлі свиней, телят, птиці. Рекомендації. Вінниця: Інститут кормів НААН України, 2010. 58 с.
5. Омельченко Н. М., Дроник Г. В. Вплив традиційної та генетично модифікованої сої на постнатальний розвиток шурів. Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. 2017. Вип. 18. № 2. С. 159–164.

References

1. ISAAA Brief 53-2017. Global Status of Commercialized Biotech. GM Crops: 2017. <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/download/isaaa-brief-53-2017.pdf> (Accessed Oct. 15, 2018).
2. Oblap, R. V., Novak, N. B., Dyman, T. M. (2017) Monitorynh poshyrennia biotekhnolohichnykh kultur v Ukraini [Monitoring of food, feed, agricultural raw material for genetically modified ingredients in Ukraine]. Bulletin of Uman National University of Horticulture. 1, 56-59.
3. Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK424543/> (Accessed Oct. 15, 2018).
4. Vykorystannia soi v hodivli synei, teliat, ptytsi. Rekomendatsii (2010). [Use of soy in feeding pigs, calves, poultry. Recommendations]. Vinnytsia: Instytut kormiv NAAN Ukrainy, 58.
5. Omelchenko, N. M., Dronyk, H. V. (2017) Vplyv tradytsiinoi ta henetychno modyfikovanoi soi na postnatalnyi rozvytok shchuriv [Influence traditional and genetically modified soybeans on postnatal development of rats]. Scientific-technical bulletin SCIVP of veterinary medical products and feed additives. Lviv, 18 (2), 159–164.

SUMMARY

N. Omelchenko, G. Dronik. Influence genetically modified soybeans on postnatal development of the third generation rats. Biological Resources and Nature Management. 2018. 10, № 5–6. – P. 62–67. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.008>



Ukraine is one of European and world leaders in soybean cultivation. According to some estimations, 50 % of the crops area is used currently for cultivation of the genetically modified varieties. As modified soybean areas are expanding, potential nutritional threats related to this product should be thoroughly assessed.

In the article described results researches of influence traditional and genetically modified soybeans in ration with content 35 % protein on postnatal development of the third generation rats. Counted up the amount of living and dead rats, determined the average size of new-born, by sight fixed general physical state, short-changed survivability, measured body mass of the rat in 2 months. The researches results testify to absence of

negative influence of the thermally treated genetically modified soybeans on the genesial functions of rats and posterity development third generation. Investigated comparison of postnatal posterity development in control and experimental the groups did not find out meaningful differences. The probed indexes were within the limits of physiology norms, characteristic for rats. At the same time, there was a tendency to reduce number rats of age 6-30 days in groups that received genetically modified soy.

Keywords: traditional soybean, genetically modified soybean, rat's females, posterity, postnatal development, survivability, physical development

АННОТАЦІЯ

Н.Н. Омельченко, Г.В. Дроник. Влияние генетически модифицированной сои на постнатальное развитие крыс третьего поколения. Биоресурсы и природопользование. 2018. 10, № 5–6. – С. 62–67. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.008>

По объемам выращивания сои Украина является одной из лидеров в Европе и мире. По неофициальным оценкам более 50 % посевов сои в Украине засеваются трансгенными сортами. Поскольку площади, занятые генетически модифицированной соей постоянно расширяются, следует детально оценить потенциальные угрозы, связанные с потреблением этого продукта.

В статье приведены результаты исследования влияния традиционной и генетически модифицированной сои в составе рациона с содержанием 35 % по протеину на постнатальное развитие крыс третьего поколения. Проводили подсчет количества живых и мертвых потомков, определяли среднюю величину приплода, визуальнo фиксировали общее физическое развитие, рассчитывали выживаемость, определяли изменение массы тела крысят в течение 2 месяцев. Результаты

исследований свидетельствуют об отсутствии негативного влияния термически обработанных генетически модифицированных соевых бобов на репродуктивные функции крыс и физическое развитие потомства третьего поколения. Проведено сравнение постнатального развития крыс контрольной и опытных групп. Статистически не обнаружено достоверной разницы между экспериментальными группами. Показатели находились в пределах физиологических норм, характерных для данных животных. Вместе с тем, обнаружили тенденцию к уменьшению количества крысят в подсосном возрасте в группе, получавшей генетически модифицированную сою.

Ключевые слова: традиционная соя, генетически модифицированная соя, самки крыс, потомство, постнатальное развитие, выживаемость, физическое развитие